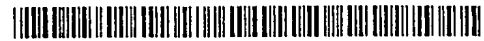


(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年1月25日 (25.01.2001)

PCT

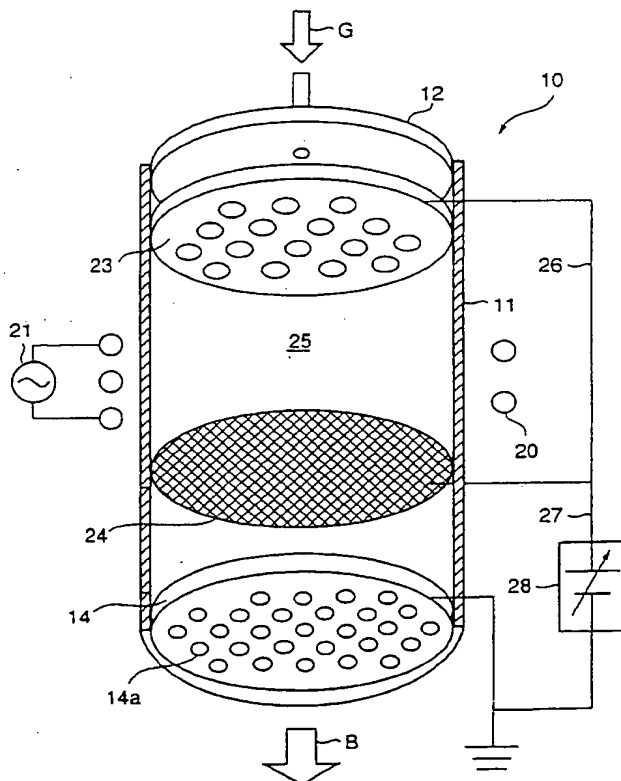
(10) 国際公開番号
WO 01/06534 A1

- (51) 国際特許分類: H01J 27/16, 37/08, H05H 3/00 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP00/04744 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 畠山雅規 (HATAKEYAMA, Masahiro) [JP/JP], 渡辺賢治 (WATANABE, Kenji) [JP/JP], 佐竹 徹 (SATAKE, Tohru) [JP/JP]; 〒144-8510 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社 荏原製作所内 Tokyo (JP), 一木克則 (ICHIKI, Katsunori) [JP/JP]; 〒251-8502 神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株式会社 荏原総合研究所内 Kanagawa (JP).
(22) 国際出願日: 2000年7月14日 (14.07.2000)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願平11/200989 1999年7月14日 (14.07.1999) JP (74) 代理人: 渡邊 勇, 外 (WATANABE, Isamu et al.); 〒160-0023 東京都新宿区西新宿7丁目5番8号 GOWA 西新宿4階 Tokyo (JP).
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 荏原製作所 (EBARA CORPORATION) [JP/JP]; 〒144-8510 東京都大田区羽田旭町11番1号 Tokyo (JP). (81) 指定国 (国内): US.

[続葉有]

(54) Title: BEAM SOURCE

(54) 発明の名称: ビーム源



(57) Abstract: The invention provides an efficient beam source that produces a directional, high-density energy beam having a relatively large size. The beam source comprises three electrodes, i.e., an upstream electrode (23) located downstream from a gas entrance port (12) in a discharge tube (11) and having a large number of holes through which gas passes, a meshed intermediate electrode (24), and a downstream electrode (14) having a large number of holes through which beams pass. Plasma means (20) for producing plasma is provided outside the discharge tube between the upstream and intermediate electrodes.

[続葉有]



WO 01/06534 A1



(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約:

本発明は、効率よく、指向性が高く、比較的大口径で且つ高密度のエネルギービームを発生することができるビーム源を提供することを目的とする。

本発明のビーム源は、放電管 (11) 内において、ガス導入ポート (12) の下流側に、ガスを流通させる多数の開口を有する上流側電極 (23)、メッシュ状の中間電極 (24)、多数のビーム放出孔を有する下流側電極 (14) の3枚の電極を備え、上流側の2電極間の放電管外部にプラズマ化手段 (20) を備える。

明 細 書

ビーム源

技術分野

本発明は、高密度プラズマから高指向性で且つ高密度のイオンビーム又は中性粒子ビーム等を発生するビーム源に関する。

背景技術

近年、半導体集積回路、ハードディスク等の情報記憶媒体、或いはマイクロマシーン等の分野において、その加工パターンが著しく微細化されている。係る分野の加工においては、成膜又はエッチングなどの加工技術に、直進性が高く（高指向性であり）、且つ比較的大口径で高密度の中性粒子ビーム又はイオンビーム等のエネルギービームの照射が要請されている。係る用途に適したビーム源として、既に本発明者等により以下の構成のビーム源が開示されている。

第1に、放電管内にガスを供給するガス供給ノズルを上流側に備え、放電管の下流側に複数のビーム放出孔を有するビーム放出電極を備え、放電管内に複数の電極を備えたビーム源である。そして、これらの電極に印加する電圧の種類が、高周波電圧、直流電圧、アース電圧の組合せ、及び放電管内に導入されるガスの種類を変化させることで、正イオン、負イオン、中性粒子、ラジカル粒子等の異なったエネルギー状態のビームを生成するものである。係る構成のビーム源によれば、比較的小型でマニピレータ等に載置して、任意の照射部位にビームを照射して、被照射物上の局所の成膜、エッチング、接合、接着などの加工を行うこと

ができる。

第2に、同様に円筒形の放電管の上流側にガス導入ノズルと、下流側に複数のビーム放出孔を有するビーム放出電極（陰極電極）とを備え、放電管内の上流側に陽極電極を配置し、その陽極電極と陰極電極間に直流電圧を印加する機構と、放電管内の両電極間のガスをプラズマ化する誘導結合型プラズマ発生機構とを備えたビーム源である。係る構成の中性粒子ビーム源によれば、誘導結合型高周波プラズマ発生機構によって、放電管内に導入されたガスから高密度プラズマが生成され、2枚の平行平板状電極によってプラズマ中の正イオンを陰極電極側に加速し、下流側の陰極電極の高速原子放出孔中で電荷交換を行い、中性粒子ビームを放出するものである。

この中性粒子ビーム源によれば、上述した直流放電型のビーム源と異なり、プラズマ生成部と加速電圧部とを備えているので、低エネルギーで且つ高密度プラズマの発生が可能である。そして2枚の電極間に任意に印加する電圧は、低電圧から高電圧まで印加可能であるため、低エネルギーから高エネルギーまでの任意のエネルギーレベルの中性粒子ビームを発生することができる。そして、陰極及び陽極が平行平板型であるため、指向性（直進性）が高く、高速原子放出孔中での孔の長さのコントロールにより比較的中性化率の高い中性粒子ビームを発生することができる。

しかしながら、高密度プラズマを形成し、そのプラズマから効率よく、高指向性で且つ高密度のイオンビーム又は中性粒子ビーム等のエネルギービームを取り出すビーム源としては、上述したビーム源は必ずしも十分なものではなかった。

発明の開示

本発明は、上記事情に鑑みて為されたもので、効率よく、指向性が高く、比較的大口径で且つ高密度のエネルギービームを発生することができるビーム源を提供することを目的とする。

本発明のビーム源は、放電管内にガスを導入するガス導入ポートと、該ガス導入ポートの下流側の前記放電管内に配置された 3 枚の電極を備え、上流側の電極は前記ガスを流通させる多数の開口を有した電極であり、中間の電極はメッシュ状の電極であり、下流側の電極は多数のビーム放出孔を有したビーム放出電極であり、前記上流側の 2 枚の電極間の前記放電管の外部には、前記放電管内に導入されたガスをプラズマ化する手段を備え、前記下流側の 2 枚の電極は平行平板状に配置されており、該電極間にビームを加速して前記下流側のビーム放出電極から放出するための電圧印加手段を備えたことを特徴とする。

上述した本発明によれば、上流側の 2 枚の電極間で放電管内に導入されたガスからプラズマ形成手段により高密度プラズマが形成される。中間の電極が多数の開口を有して且つ厚さが薄いメッシュ電極であることから、当該電極の上流側に形成された高密度プラズマが効率よく下流側の 2 枚の電極間に導入される。そして、下流側の 2 枚の電極が平行平板電極であり、その間に印加された電圧により荷電粒子が加速され、放電管下流側に配置された多数のビーム放出孔を有する電極を通して放出される。これにより、効率的に高密度プラズマからイオンビームが取り出され、指向性が高く且つ高密度で、比較的大口径のビームが生成される。

又、前記上流側の 2 枚の電極が同電位であり、前記下流側の電極の電位はビームが放出されるチャンバと同電位であることを特徴とする。上流側の 2 枚の電極を同電位とすることで、この電極間に形成されるプラ

ズマの電位を安定化させ、且つ任意の電位に制御することができる。又、下流側の電極の電位はビームが放出されるチャンバと同電位であることから、下流側の2枚の電極間で加速されたイオンをそのままビーム放出チャンバ内にイオンビーム或いは中性粒子ビーム等のエネルギービームとして放出することができる。

又、前記メッシュ状の電極は、薄板の導電材からなり、多数の開口を有し、該開口部の開口率が85%以下であることが好ましい。これにより、上述したように、シース長が比較的短い高密度プラズマから容易に下流側の2枚の電極間に荷電粒子のビームを形成することができる。

又、前記下流側の2枚の電極間の距離が5mm以上であり、好ましくは10乃至30mmであることが好ましい。これにより、微細加工に好適な比較的低エネルギーのビームを高密度プラズマから効率的に取り出すことができる。

又、前記下流側のビーム放出電極のビーム放出孔は、その孔径と孔の長さの比が2以上であることが好ましい。これにより、下流側の2枚の電極間で加速されたビームを、高指向性、高密度性を損なうことなく、放出することができる。

前記電圧印加手段は、パルス状の正負の電圧の印加手段であり、正イオンと負イオン、又は正イオンと電子を交互に照射するものとしてもよい。これにより、ガラスやセラミック材料等の絶縁物の加工に際しては、表面にチャージアップという問題が生じるが、正イオンと負イオン（電子）の交互照射によりチャージアップ量を小さく保ちながら、高精度のエッチングや成膜加工が可能となる。

図面の簡単な説明

図 1 はビーム源を用いた微細加工装置の全体的な構成を示す図である。

図 2 は本発明の第 1 の実施の形態のビーム源の構成を示す図である。

図 3 はプラズマの電子密度とシース長の関係を示す図である。

図 4 はメッシュ電極の形状例を示す図であり、図 4 A は金属薄板に角形の開口を設けたものであり、図 4 B は金属線を編んで構成したものであり、図 4 C はシリコン又はグラファイト等の導電性材料の薄板に円形の開口を設けたものである。

図 5 はメッシュの開口割合と被照射体の加工形状との関係を示す図である。

図 6 はメッシュ電極とビーム放出電極間の距離と被照射体の加工速度との関係を示す図である。

図 7 は加速電圧印加手段の構成例を示す図である。

図 8 は正負の加速電圧をパルス的に与える例を示すタイムチャートである。

図 9 は本発明の第 2 の実施の形態のビーム源の構成を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について、添付図面を参照しながら説明する。

図 1 は、本発明の実施の形態のビーム源を用いた加工装置の全体的な構成を示す。ビーム源 10 は、放電管 11 とその外部に配置されたプラズマ形成手段（具体的にはコイル 20 等）により構成され、ガス導入ポート 12 から導入されるガスを該プラズマ形成手段によりプラズマ化する。チャンバ 15 及び放電管 11 内はターボ分子ポンプ 18 及びロータリポンプ 19 により高真空に排気される。放電管 11 には、その外周に

誘導結合型のコイル 20 を備え、これに高周波電源 21 から例えば 13.56 MHz の高周波電力がマッチングボックス 22 を介して供給され、放電管 11 内に導入されたガスをプラズマ状態とする。このコイル 20 は例えば水冷パイプのコイルであり、8 mm φ 程度の外径を有するコイルが 2 ターン程度巻回されている。

放電管内では該形成されたプラズマ中から陽イオン又は陰イオン等の荷電粒子を加速して、下流側の電極 14 からビーム放出チャンバ 15 内にイオンビーム又は中性粒子ビーム等のエネルギービームとして放出する。放電管 11 内には、ガス導入パイプ 13 により、 SF_6 、 CHF_3 、 CF_4 、 Cl_2 、 Ar 、 O_2 、 N_2 、 C_4F_8 等のガスが導入され、これらのガスからそれぞれの元素又は分子のイオンビーム又は中性粒子ビーム等のエネルギービームが形成される。形成されたビームは、チャンバ 15 内を直進して、試料台 16 に載置された試料 17 に照射される。

図 2 は、本発明の第 1 の実施の形態のビーム源の構成を示す。円筒状の放電管 11 は、石英ガラス又はセラミック管等により構成され、その上端部に放電管内にガスを導入する導入ポート 12 と、その下端部に放電管内で形成されたビームを放出する多数のビーム放出孔を備えたビーム放出電極 14 とで閉塞された構造となっている。放電管 11 内には、上流側からガスを流通させる多数の開口を有する上流側電極 23 と、薄板に多数の開口を有するメッシュ電極 24 とが配置されている。そして上流側電極 23 と中間のメッシュ電極 24 との間に導入されたガスをプラズマ化するための手段を備えている。この手段は、この実施例では誘導結合型のプラズマを形成するための高周波コイル 20 であり、電源 21 から例えば 13.56 MHz の高周波電流を供給することで、放電管内部に高周波磁界が形成され、導入されたガスがこれにより励起されて

プラズマ化する。尚、プラズマ発生手段としては上述したICP発生用コイルを用いることのほかに、ECR、ヘリコン波プラズマ用コイル、電磁コイル、マイクロ波等を用いてもよい。又、使用する周波数領域も、13.56MHzに限らず、1MHz～20GHzの領域を用いてもよい。

コイル20に高周波電流を供給することにより、電極23，24間のプラズマ室25内には、高周波電流による磁場が形成され、これがガス導入ポート12から導入されたガスGと結合して電子密度 $10^{11} \sim 10^{12} / \text{cm}^3$ の高密度プラズマが形成される。図示するように上流側電極23とメッシュ電極24とは配線26により電氣的に接続され、略同一電位に保たれる。これにより、電極23，24間のプラズマ室25に形成されるプラズマの電位は、上流側電極23とメッシュ電極24とに印加される電位と同程度となる。一例として、導入されるガスはSF₆であり、入力される高周波電力は150W程度である。尚、放電管11の径は、50mmφである。また、放電管11の径は10～300mmφが可能である。

上流側電極23とメッシュ電極24とを接続する配線26と、下流側のビーム放出電極14との間には配線27が設けられ、加速電圧付与手段28が接続されている。図2に示す例では、この加速電圧付与手段28は、正の高電圧であり、メッシュ電極24付近に存在する正イオンに対してビーム放出電極14に向かう加速エネルギーを付与する。即ち、プラズマ室25に形成されたプラズマのプラズマ電位とビーム放出電極14との間には加速電圧付与手段28により電位差が与えられる。そしてこのような状態で、メッシュ電極24から加速空間側に漏れ出た正負のイオンや電子等の荷電粒子が、ビーム放出電極14に向けて加速され

て、ビーム放出電極 14 の放出孔 14 a を通過して、ビーム B として外部に放出される。ここで、図 2 に示すビーム源の構成によれば、メッシュ電極 24 とビーム放出電極 14 との間の距離を任意に設定することができる。これにより、高密度プラズマを用いたときでも、加速距離を任意に設定することが可能となり、高指向性、高密度で、且つエネルギーレベルの制御可能なビームを形成することができる。

図 3 は、プラズマの電子密度とシース長との関係を示す。図示するようにプラズマ電位（印加電圧）が高いほど、シース長が長くなり、又、電子密度が低いほどシース長が長くなる傾向にある。プラズマシースによるイオンの加速を利用するビーム発生方式では、このシース長がビームの指向性に大きく影響する。シース長が長い方が、原理的に指向性の高いビームの発生が可能である。尚、図 3 においては電子温度は、1.4 eV の場合である。

従来の技術において説明した直流放電方式では、通常 $10^9 \sim 10^{10} / \text{cm}^3$ 程度の電子密度で、プラズマ電位が 500 V ~ 5 kV 程度で使用される場合が多い。このような場合には、シース長は 10 mm 程度以上を容易に得ることができる。一方で高周波（RF）放電等を用いた高密度プラズマの形成では、 $10^{11} \sim 10^{12} / \text{cm}^3$ の電子密度を得ることができるので、加速されるイオン量が多く得られ、即ち、高密度ビームが得られる。しかしながら、ビームの加速電圧は、500 V 程度以下の低エネルギービームが要請される場合が多く、そのシースの電位差を用いる場合には、得られるシース長は 0.1 ~ 3 mm 程度となる。一方でビームの放出孔は、通常 1 mm ϕ 程度が用いられる。従って、シース長即ち加速距離が 0.1 ~ 3 mm 程度しかない場合には、ビーム放出孔の影響によるシース長の電界の歪みが大きく影響を及ぼすことになり、指向性

の高い加速が困難となる。一方で上述した直流放電等によって形成されるプラズマにおいては、シース長が長い場合、例えば10～30mm程度であればビーム放出孔によるシース長の電界の歪みの影響は小さくなり、指向性の高いビーム放出が可能となる。

本発明においては、高密度プラズマを用いた場合でも、高い指向性のビーム放出を可能とする電極構造を採用している。即ち、本発明では図2に示すように、プラズマ室25を区画するメッシュ電極24の採用と、メッシュ電極24とビーム放出電極間の距離を適当量に保持することにより、係る問題点を解決している。この実施例では、一例として線幅0.3mmで線間距離0.8mm、厚さ0.3mmのクロスメッシュが採用されている。

図4A、図4B、図4Cは、メッシュ電極の形状例を示す。メッシュ電極は、図4A及び図4Cに示すような金属又はグラファイト等の導電薄板に開口を設けたものでも、図4Bに示すような金属線を編んで構成したものでもどちらでもよい。メッシュ電極の形状によって、得られるビームの特性やビームの被照射体の加工特性に大きな影響を与える。メッシュ電極24は、厚さが1ミリ以下、好ましくは0.1～0.5mm程度であり、多数のメッシュ状の開口を有しその開口率が85%以下である。開口パターンの形状としては、例えば図示するような碁盤状になっているものが一般的であるが、これに限定するものではない。尚、メッシュ孔のアスペクト比は1以下である。又、厚さが厚すぎるとイオンの失活量が多くなるので、効率が低下する。

メッシュの開口割合の大小に対して、ビーム量、指向性、加工速度は次の関係にある。即ち、メッシュの開口割合が大きいほど、ビーム量は多くなり指向性は低下し、加工速度は早くなる。これに対してメッシュ

の開口割合が小さくなると、ビーム量は少なくなり、指向性は高くなり、加工速度は遅くなる。又、ビームの被照射体の加工形状は、図5に示すように、メッシュの開口割合が小さいと図5Aに示すように斜形状となり、メッシュの開口割合が適切であると図5Bに示すように適正な異方性のエッチングが可能となり、メッシュの開口割合が大きくなると図5Cに示すように等方性のエッチングとなる。

同様に、成膜やエッチング等の微細加工に際して加工性の良好な比較的低エネルギーのビームの場合、即ち、1 kV以下の加速電圧の時、メッシュ電極とビーム放出電極との間には、適切な距離Lが存在する。図6は、横軸にメッシュ電極とビーム放出電極間の距離であり、縦軸は被照射体の加工速度を示す。図6に示すように、 $L = 10 \sim 30$ mm程度を用いることで、被照射体に対する加工性の良好なビームを生成することができる。又、この距離Lは小さすぎると、加速空間で十分な加速ができないため、少なくとも5 mm以上あることが好ましい。尚、同一条件においても、メッシュ電極とビーム放出電極間の距離Lにより加工速度が異なってくることは勿論である。

又、ビーム放出電極14のビーム放出孔14aの長さにより、放出されるビームの特性が大きく異なる。このため、ビーム放出孔の長さも使用目的に応じて、選択する必要がある。孔径の1～5倍程度までは、電子・イオン・ラジカル・低中性化率の中性粒子等を放出でき、ビーム放出孔の下流において、ビームの広がり大きい。また、孔の長さが、孔径の5倍～10倍では、ビームの指向性が良くなり、ラジカルや電子線の照射領域を局所にすることが可能となる。また、中性粒子ビームの中性化率もおおよそ30%～70%程度が得られる。孔長が、孔径の10倍以上になると、より指向性の高いビームが得られ、中性化率が、約7

0%以上の中性粒子ビームが得られる。この実施例の場合は、ビーム放出電極の板厚が2mmであり、そのビーム放出孔は、その孔径と孔の長さの比が、2以上であることが好ましい。

加速電圧付与手段28を負の高電圧とすることで、プラズマ室25に形成されるプラズマの電位は負の高電位となる。そして、ビーム放出電極14を接地電位にしておくことで、プラズマで形成された負イオンを加速して負イオンビームの放出を行うことが可能となる。この場合のガスとしては、 O_2 、 Cl_2 、 SF_6 、 CHF_3 、 C_4F_8 等の負イオンを生成しやすいガスを用いることが好ましい。これらのガスを用いて高周波誘導結合等により高密度プラズマを発生すると、プラズマ中に多数の負イオンが発生し、負イオンのビームを容易に形成することができる。上述の諸元のビーム源において、 SF_6 ガスを用いて、加速電圧+50V～+1kVで異方性加工が可能な正イオンビームが発生し、その加工速度は、シリコン基板に対して500Å/min以上であり、加速電圧-50V～-1kVで負イオンビームが発生する。

又、図7Aに示すように加速電圧印加手段を正及び負の電圧を切替可能に接続することで、負イオンと正イオンのビームを交互に生成して被加工体に照射することができる。そして加速電圧を可変電圧とすることにより、異なるエネルギーレベルのビームを時間を変えて照射することができる。又、図7Bに示すように正負の加速電圧をパルス的に与えるようにしてもよい。これにより、正イオンのビームと負イオンのビームとをパルス的に交互に照射することができる。負イオンが生成されにくいガス（例えば、アルゴンガス）を用いるときには、電子と正イオンのビームを交互に放出することが可能となる。例えば、図8に示すように、+300Vを20ms与え、-50Vを5ms与え、これを繰り返す。

ビーム源からは $+300\text{ eV}$ のエネルギーの正イオンビームが 20 ms の間放出され、次に -50 eV のエネルギーの負イオンビーム（又は電子）が 5 ms の間放出され、これが繰り返される。ガラスやセラミック材料等の絶縁物の加工に際しては、表面にチャージアップという問題が生じるが、正イオンと負イオン（又は電子）の交互照射によりチャージアップ量を小さく保ちながら、高精度のエッチングや成膜加工が可能となる。このように、エネルギーをパルス的に変化させることが可能であり、上記の正負イオン照射に限らず、同電荷（例えば正イオン）でもパルス的にエネルギーの異なるビームをパルス的に照射することが可能となる。例えば、 1 keV の正イオンと、 10 eV の正イオンのビームを交互に照射することができる。

図9は、本発明の第2の実施の形態のビーム源を示す。この場合は、上流側電極30が図2に示すような平板状ではなく、一部が円筒状となっている。このように上流側電極30の表面積が大きくしてあることにより、プラズマ室25に形成されるプラズマとの接触面積が増加し、荷電粒子の電極表面での反応量を多くすることができ、プラズマ電位を安定化させることができる。その他の構成は、図2に示すビーム源と同様であり、その動作も同様である。

上述したビーム源から放出されるエネルギービームの利用形態例について簡単に説明する。エネルギービームの一例としては、成膜性を有する反応性ガス粒子のラジカルビーム、或いは低エネルギーの中性粒子ビームが用いられる。例えば、エネルギービーム源の原料ガスとしてメタンガスを用いることにより、炭素（C）を含むラジカルビームが形成され、接着材として好適なグラファイト、ダイヤモンドライクカーボン等が生成される。

又、エネルギービーム源に供給するガスとしては、上述したメタンガスの他にフッ化タングステン、塩化アルミ、塩化チタン等の金属を含有するガス、或いは上述したメタン等のC又はC-Hを含有する炭素系又は炭化水素系ガスなども用いることができる。これにより、タングステン膜、アルミ膜、チタン膜、グラファイト膜、ダイヤモンドライクカーボン膜、炭化水素含有高分子膜等を被照射体に成膜させることができる。

尚、上記実施の形態においては、円筒状の放電管内に上流側電極とメッシュ電極とビーム放出電極とを平行平板状に配置する例について説明したが、放電管は必ずしも円筒状である必要はなく、楕円状又は角柱状であってもよい。又、下流側のメッシュ電極とビーム放出電極とが平行平板状に配置されていればよく、上流側電極は必ずしもこれらと平行平板状でなくてもよい。

以上説明したように本発明によれば、高密度プラズマから高指向性で且つ高密度のビームの生成を効率的に行うことができる。これにより、半導体、高密度記録媒体、マイクロマシン等の微細加工に好適な、イオンビーム又は中性粒子ビーム等のエネルギービームを照射可能なビーム源を提供できる。

産業上の利用の可能性

本発明によれば、直進性が高く、比較的大口径で高密度の中性粒子ビーム又はイオンビーム等のエネルギービームを形成できる。従って、半導体集積回路、ハードディスク等の情報記憶媒体、或いはマイクロマシニング等の微細加工分野において、成膜又はエッチング等の加工エネルギー源として好適に利用可能である。

請求の範囲

1. 放電管内にガスを導入するガス導入ポートと、該ガス導入ポートの下流側の前記放電管内に配置された3枚の電極を備え、上流側の電極は前記ガスを流通させる多数の開口を有した電極であり、中間の電極はメッシュ状の電極であり、下流側の電極は多数のビーム放出孔を有したビーム放出電極であり、前記上流側の2枚の電極間の前記放電管の外部には、前記放電管内に導入されたガスをプラズマ化する手段を備え、前記下流側の2枚の電極は平行平板状に配置されており、該電極間にビームを加速して前記下流側のビーム放出電極から放出するための電圧印加手段を備えたことを特徴とするビーム源。

2. 前記上流側の2枚の電極が同電位であり、前記下流側のビーム放出電極の電位はビームが放出されるチャンバと同電位であることを特徴とする請求項1に記載のビーム源。

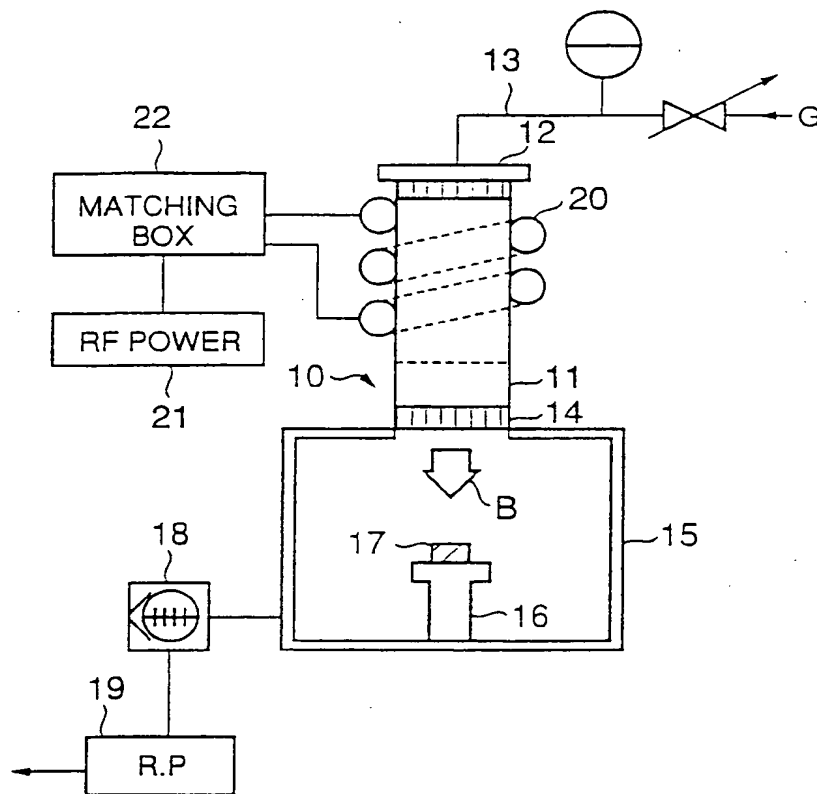
3. 前記下流側の2枚の電極間の距離が5 mm以上であり、好ましくは10乃至30 mmであることを特徴とする請求項1に記載のビーム源。

4. 前記下流側のビーム放出電極のビーム放出孔は、その孔径と孔の長さの比が2以上であることを特徴とする請求項1に記載のビーム源。

5. 前記電圧印加手段は、パルス状の正負の電圧の印加手段であり、正イオンと負イオン、又は正イオンと電子を交互に照射するものであることを特徴とする請求項1に記載のビーム源。

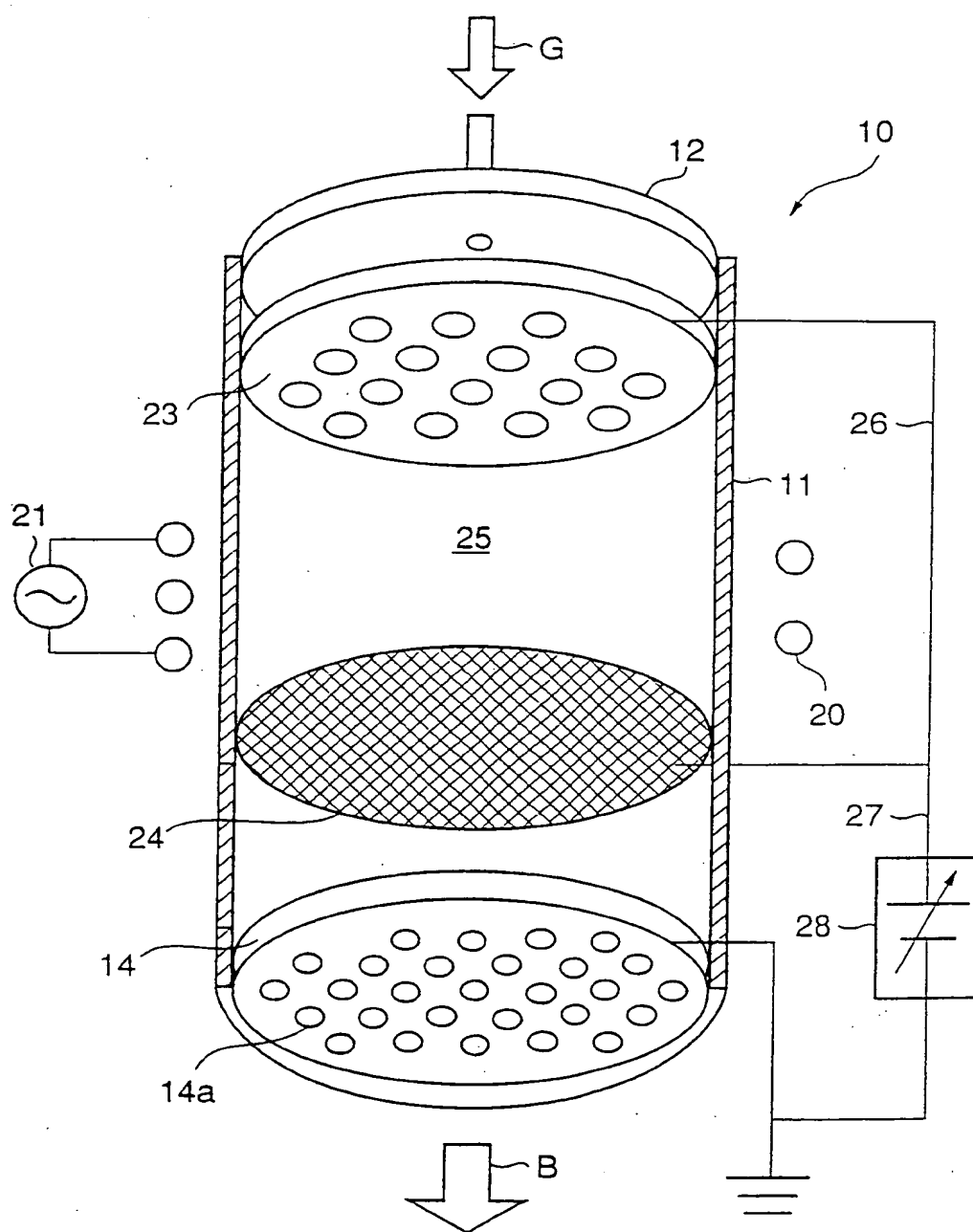
17

FIG. 1



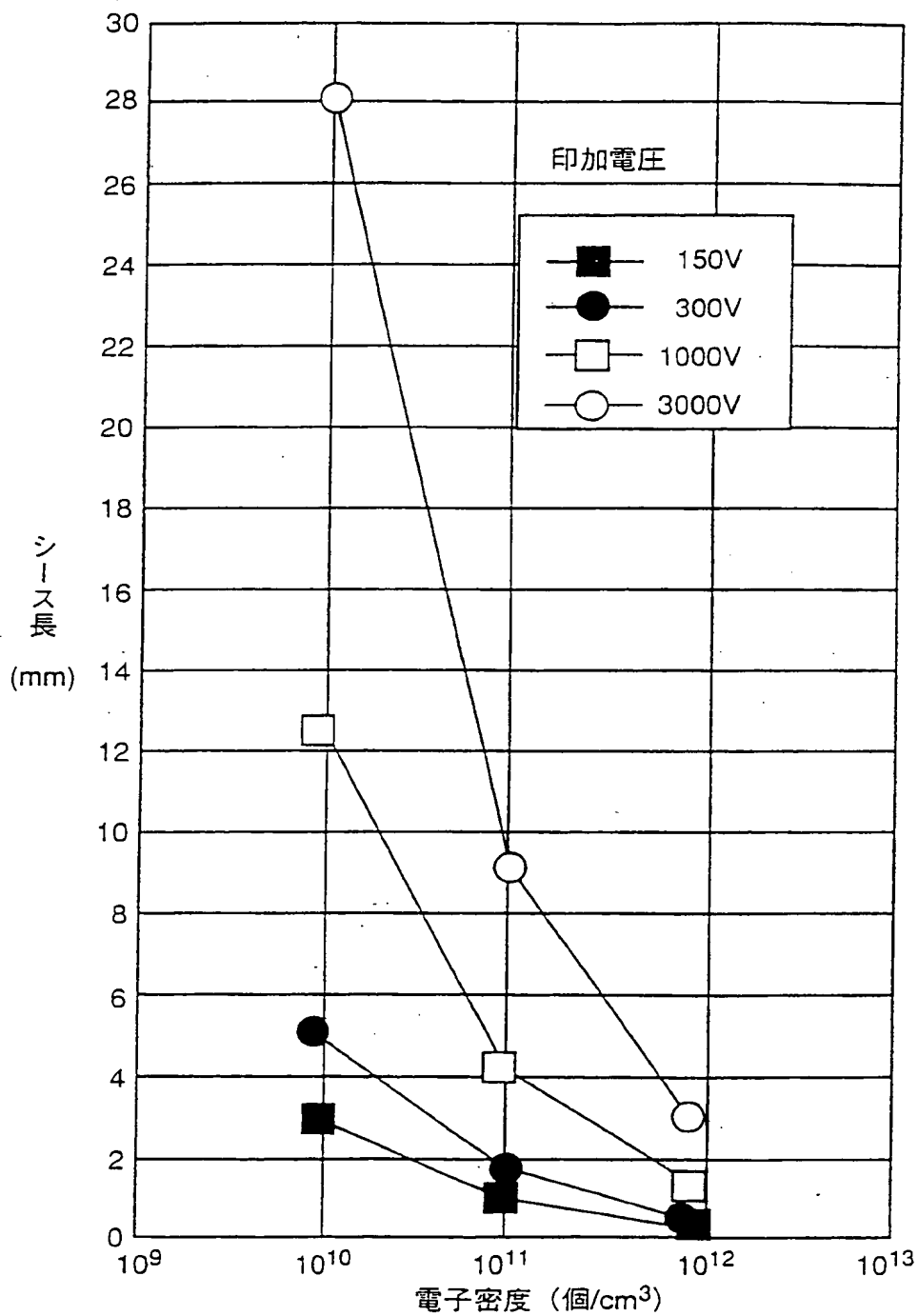
2/7

FIG. 2



3/7

FIG. 3



4/7

FIG. 4A

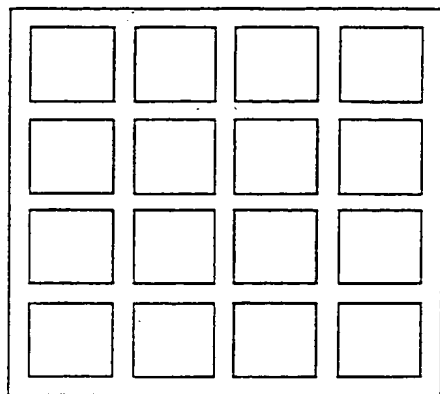


FIG. 4B

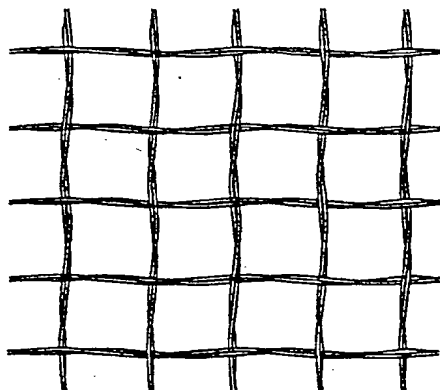
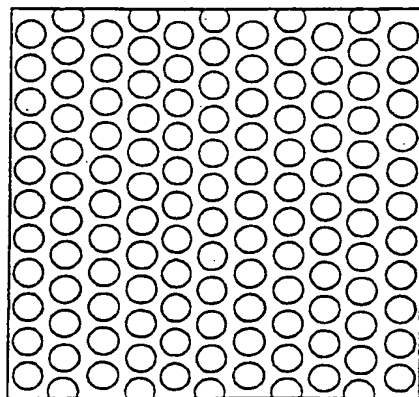


FIG. 4C



5/7

FIG. 5A FIG. 5B FIG. 5C



FIG. 6

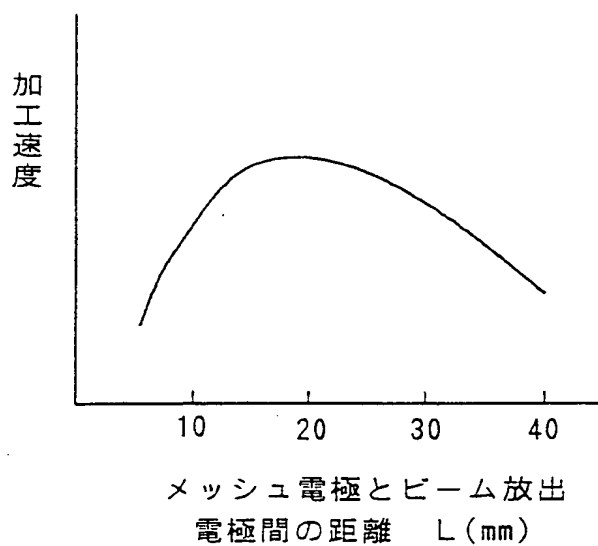
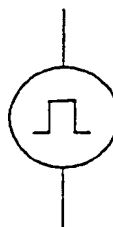
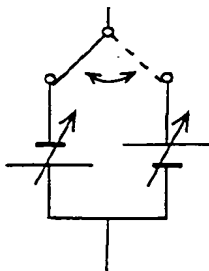


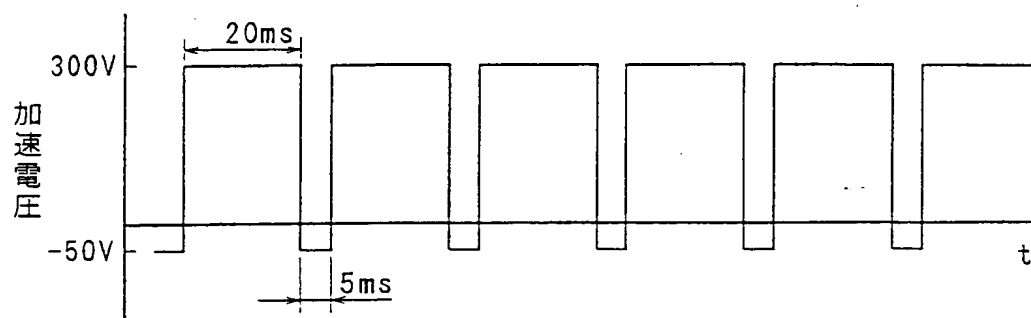
FIG. 7A

FIG. 7B



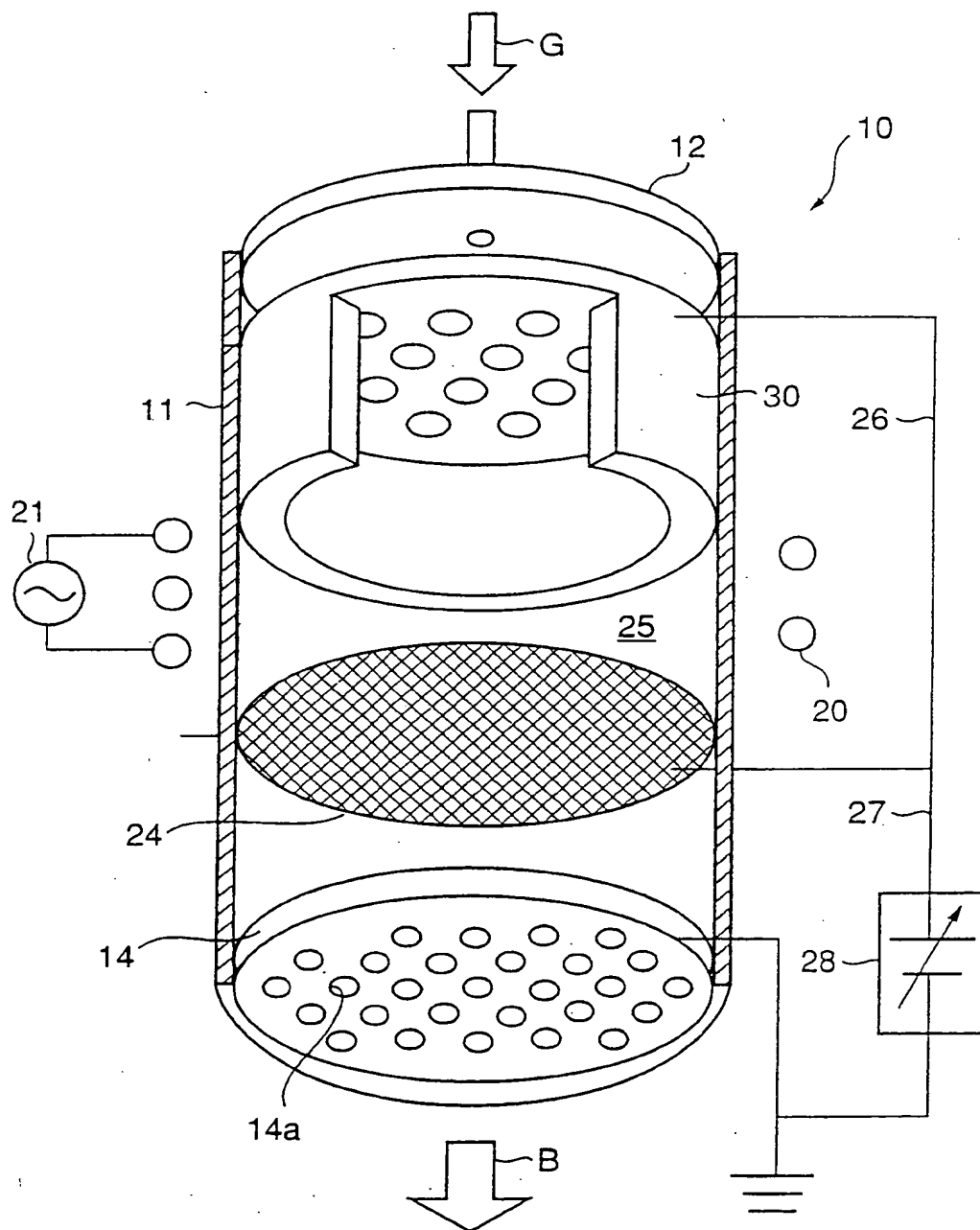
6/7

FIG. 8



7/7

FIG. 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/04744

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01J27/16, H01J37/08, H05H3/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01J27/16, H01J37/08, H05H1/24, H05H3/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1992-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 8-45457, A (Nissin Electric Co., Ltd.), 16 February, 1996 (16.02.96), Full text; Figs. 1 to 2 (Family: none)	1-5
A	JP, 6-124682, A (Nissin Electric Co., Ltd.), 06 May, 1994 (06.05.94), Full text; Fig. I-3 (Family: none)	1-5
A	JP, 6-36695, A (Nissin Electric Co., Ltd.), 10 February, 1994 (10.02.94), Full text; Fig. I-4 (Family: none)	1-5
A	EP, 848434, A2 (CANON KK), 17 June, 1998 (17.06.98), Full text; Figs. 1 to 9 & JP, 10-229213, A & KR, 98-064092, A & US, 6057005, A	1-5
P, A	JP, 2000-164580, A (Canon Inc.), 16 June, 2000 (16.06.00), Full text; Figs. 1 to 7 (Family: none)	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
23 August, 2000 (23.08.00)

Date of mailing of the international search report
05 September, 2000 (05.09.00)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. H01J27/16, H01J37/08, H05H3/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. H01J27/16, H01J37/08, H05H1/24, H05H3/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1992-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2000年
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年
 日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 8-45457, A (日新電機株式会社) 16. 2月. 1996 (16. 02. 96) 全文, 第1-2図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP, 6-124682, A (日新電機株式会社) 6. 5月. 1994 (06. 05. 94) 全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	1-5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

23. 08. 00

国際調査報告の発送日

05.09.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

渡戸 正義

2G

9023

電話番号 03-3581-1101 内線 3225

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 6-36695, A (日新電機株式会社) 10. 2月. 1994 (10. 02. 94) 全文, 第1-4図 (ファミリーなし)	1-5
A	EP, 848434, A2 (CANON KK) 17. 6月. 1998 (17. 06. 98) 全文, 第1-9図 & JP, 10-229213, A & KR, 98-064092, A & US, 6057005, A	1-5
P, A	JP, 2000-164580, A (キャノン株式会社) 16. 6月. 2000 (16. 06. 00) 全文, 第1-7図 (ファミリーなし)	1-5